

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 1 3 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 6 2 6 7 2
Application Number:

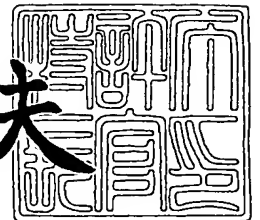
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 6 2 6 7 2]

出 願 人 株式会社ルネサステクノロジ
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 H02017051

【提出日】 平成14年12月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 12/14

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小平市上水本町五丁目 2 0 番 1 号 株式会社日立
製作所 半導体グループ内

【氏名】 奥田 裕一

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100089071

【弁理士】

【氏名又は名称】 玉村 静世

【電話番号】 03-5217-3960

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011040

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体集積回路及び IC カード

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 初期状態でスタティックラッチに第 1 状態を保持し、第 1 状態のスタティックラッチを構成する非導通状態の半導体素子に光が照射されて第 2 状態に反転する光ディテクタをメモリセルアレイに有し、前記光ディテクタによる光検出信号を内部動作の停止に利用することを特徴とする半導体集積回路。

【請求項 2】 電流径路に直列に配置された導通状態の半導体素子と非導通状態の半導体素子を有し、非導通状態の半導体素子に光が照射されて変化する電流駆動力と導通状態の半導体素子の電流駆動力との比に応じて導通状態の半導体素子と非導通状態の半導体素子の接続点の電位が変化する光ディテクタを備え、前記光ディテクタによる光検出信号を内部動作の停止に利用することを特徴とする半導体集積回路。

【請求項 3】 電流径路に感度調整用半導体素子を有する第 1 回路と、電流径路に光検出用半導体素子を有する第 2 回路と、第 2 回路の出力ノードレベルを検出する第 3 回路とを有し、前記光検出用半導体素子に光が照射されて変化する電流に応じて前記第 2 回路の出力ノードが第 3 回路の論理閾値を跨ぐ光ディテクタを備え、前記光ディテクタによる光検出信号を内部動作の停止に利用することを特徴とする半導体集積回路。

【請求項 4】 メモリセルアレイにスタティック型メモリセルがマトリクス配置された SRAM モジュールを有し、前記 SRAM モジュールのメモリセルアレイに、一部のスタティック型メモリセルに代えて前記光ディテクタを配置したことを特徴とする請求項 1 記載の半導体集積回路。

【請求項 5】 前記光ディテクタに代替された前記スタティック型メモリセルの欠損を補うことが可能な冗長構成を有することを特徴とする請求項 4 記載の半導体集積回路。

【請求項 6】 前記光ディテクタに代替された前記スタティック型メモリセルの欠損によって生ずるデータエラーの検出及び訂正が可能な ECC 回路を有することを特徴とする請求項 4 記載の半導体集積回路。

【請求項 7】 メモリセルアレイに書き換え不可能な不揮発性メモリセルがマトリクス配置されたマスク ROM を有し、前記マスク ROM のメモリセルアレイに、一部の不揮発性メモリセルに代えて前記光ディテクタが配置されたことを特徴とする請求項 1 記載の半導体集積回路。

【請求項 8】 メモリセルアレイに電氣的に書換え可能な不揮発性メモリセルがマトリクス配置されたフラッシュメモリを有し、前記フラッシュメモリのメモリセルアレイに、一部の不揮発性メモリセルに代えて前記光ディテクタが配置されたことを特徴とする請求項 1 記載の半導体集積回路。

【請求項 9】 クロック信号に同期動作される論理回路モジュールを有し、前記論理回路モジュールに前記光ディテクタが配置されることを特徴とする請求項 2 記載の半導体集積回路。

【請求項 10】 電源回路又はクロック発生回路を有し、前記電源回路又はクロック発生回路に前記光ディテクタが配置されることを特徴とする請求項 3 記載の半導体集積回路。

【請求項 11】 前記感度調整用半導体素子の電流駆動力を調整可能であることを特徴とする請求項 3 記載の半導体集積回路。

【請求項 12】 前記光検出用半導体素子における p n 接合部のうち、逆バイアス状態にされる p n 接合部の面積が他の接合部の面積よりも大きくされ、光に対する感度が同種の他の半導体素子よりも高いことを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れか 1 項記載の半導体集積回路。

【請求項 13】 前記光ディテクタの光検出用半導体素子以外の半導体素子の上層部を遮光する金属膜又はポリシリコン膜を有することを特徴とする請求項 1 乃至 12 の何れか 1 項記載の半導体集積回路。

【請求項 14】 前記光検出用半導体素子に逆方向接続のダイオードを並列接続することを特徴とする請求項 1、4、5 又は 6 に記載の半導体集積回路。

【請求項 15】 前記スタティックラッチは電流リミッタ半導体素子を介して電源電位及び回路の接地電位に接続することを特徴とする請求項 1、4、5 又は 6 に記載の半導体集積回路。

【請求項 16】 複数個の回路モジュールを有し、各回路モジュールにおい

て前記光ディテクタはランダムに配置されることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の半導体集積回路。

【請求項 17】 複数個の回路モジュールを有し、各回路モジュールにおいて前記光ディテクタは規則的に配置されることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の半導体集積回路。

【請求項 18】 論理回路の基本素子と前記光ディテクタをペアとして備える基本セルが利用されたことを特徴とする請求項 2 記載の半導体集積回路。

【請求項 19】 前記基本セルを複数分散配置したことを特徴とする請求項 18 記載の半導体集積回路。

【請求項 20】 初期化状態でスタティックラッチに第 1 状態を保持し、第 1 状態のスタティックラッチを構成する非導通状態の半導体素子に光が照射されて第 2 状態に反転する第 1 光ディテクタをメモリセルアレイに複数個有し、第 1 光ディテクタによる光検出信号を内部動作の停止に利用し、

電流経路に直列に配置された導通状態の半導体素子と非導通状態の半導体素子を有し、非導通状態の半導体素子に光が照射されて変化する電流駆動力と導通状態の半導体素子の電流駆動力との比に応じて導通状態の半導体素子と非導通状態の半導体素子の接続点の電位が変化する第 2 光ディテクタを論理回路モジュールに複数個有し、第 2 光ディテクタによる光検出信号を内部動作の停止に利用することを特徴とする半導体集積回路。

【請求項 21】 電流経路に感度調整用半導体素子を有する第 1 回路と、電流経路に光検出用半導体素子を有する第 2 回と、第 2 回路の出力ノードレベルを検出する第 3 回路とを有し、前記光検出用半導体素子に光が照射されて変化する電流に応じて前記第 2 回路の出力ノードが第 3 回路の論理閾値を跨ぐ第 3 光ディテクタをアナログ回路に複数個備え、第 3 光ディテクタによる光検出信号を内部動作の停止に利用することを特徴とする請求項 20 記載の半導体集積回路。

【請求項 22】 夫々の光ディテクタによる光検出信号の論理和信号を内部を初期化して動作を停止させるリセット信号とすることが可能なりセット回路を有することを特徴とする請求項 1 乃至 21 の何れか 1 項記載の半導体集積回路。

【請求項 23】 カード基板に、外部インタフェース部と、前記外部インタ

フェース部に接続された請求項 20 又は 21 記載の半導体集積回路とを有することを特徴とする IC カード。

【請求項 24】 前記光検出信号の論理和信号の伝達径路にアクティブシールド配線が接続されることを特徴とする請求項 22 記載の半導体集積回路

【請求項 25】 動作電圧の不所望な低下に応答して変化する電圧検出信号を出力する電圧検出回路と、前記電圧検出信号と前記夫々の光ディテクタによる光検出信号との論理和信号をリセット信号とすることが可能なりセット回路とを更に有することを特徴とする請求項 1 乃至 21 の何れか 1 項記載の半導体集積回路。

【請求項 26】 内部クロック信号周波数の不所望な変化に応答して変化する周波数検出信号を出力する周波数検出回路と、前記周波数検出信号と前記夫々の光ディテクタによる光検出信号との論理和信号をリセット信号とすることが可能なりセット回路とを更に有することを特徴とする請求項 1 乃至 21 の何れか 1 項記載の半導体集積回路。

【請求項 27】 所定の内部配線の切断に応答して変化する配線切断検出信号を出力する配線切断検出回路と、前記配線切断検出信号と前記夫々の光ディテクタによる光検出信号との論理和信号をリセット信号とすることが可能なりセット回路とを更に有することを特徴とする請求項 1 乃至 21 の何れか 1 項記載の半導体集積回路。

【請求項 28】 光検出用半導体素子と、前記光検出用半導体素子以外の半導体素子の上層部を遮光する金属膜又はポリシリコン膜を有する光ディテクタとを備え、前記光検出用半導体素子は初期状態で非導通状態を保持し、非導通状態の前記光検出用半導体素子に光が照射されて導通状態に反転して前記光ディテクタによる光検出信号を内部動作の停止に利用することを特徴とする半導体集積回路。

【請求項 29】 前記光ディテクタを複数分散配置したことを特徴とする請求項 4、7、8 又は 28 に記載の半導体集積回路。

【請求項 30】 電流径路に光検出用半導体素子を有する第 1 回路と、前記第 1 回路の出力ノードレベルを検出する第 2 回路とを備え、前記光検出用半導体

素子に光が照射されて変化する電流に応じて前記第1回路の出力ノードが第2回路の論理閾値を跨ぐ光ディテクタを有し、前記光検出用半導体素子以外の半導体素子の上層部を遮光する金属膜又はポリシリコン膜が設けられ、前記光ディテクタによる光検出信号を内部動作の停止に利用することを特徴とする半導体集積回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体集積回路及びICカードに係り、例えばICカード用マイクロコンピュータのような半導体集積回路が保有する暗号鍵等のリバースエンジニアリングの防止に適用して有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体技術の発展により、クレジットカード、有価証券等にIC (Integrated Circuits) を組み込み、情報を暗号化して通信することで、安全で確実な決済を行うことが一般的になってきた。ICを用いたこの方法は、従来の磁気記録を用いた方法に比べ、偽造、なりすまし等が困難であり、エンドユーザー、サービス提供者双方にメリットがある。

【0003】

暗号アルゴリズムについては長年研究が行われており、通信経路上で傍受した信号から、暗号鍵等を推定することは非常に困難であり、このリスクは事実上無視できる程小さい。問題はICを開封し、リバースエンジニアリングを行うことで、IC上の内部情報や暗号鍵を直接読み出そうという試みである。リバースエンジニアリングとは、ハードウェアやソフトウェア製品に関して、構造や仕様を分析して技術的情報を明らかにするための技術、またはその行為を言う。

【0004】

従来は、ICカードへ不正な周波数のクロックを供給したり、電源電圧を急激に上下させたり、強力な電磁波を照射したりで、ICカードを異常動作させ、内部情報や暗号鍵を読み出すという手法が考案された。それに対し、IC側はそれ

らの異常な状態を検出することで、内部情報や暗号鍵を読み出されることを防いだ。

【0005】

例えば特許文献1には、ICカード用ICチップ内に開封センサを設け、開封を検出した場合にCPUがメモリに対して消去動作を行って、機密保護に対する安全性を高める技術が記載される。

【0006】

特許文献2には、回路構成を封止及び遮光するパッケージの一部に光検出のセンサ部のみに光が照射されるように小窓を形成しておき、光の検出状態で通常に動作するようにすると、不正解析を行う場合にはパッケージを開封し光の悪影響を避けるため暗所で解析が行われるため、光非検出状態では通常とは異なる動作が行なわれるようになり、この異なる動作故に動作解析を行うことができず、記憶情報の不正な読み出しも不可能にするという技術が記載される。

【0007】

特許文献3は、ICに分散して複数の受光素子が集積され、複数の各受光素子が不揮発性メモリセルに接続された接続ライン、ロジック回路に接続された接続ライン或はロジックエレメントに接続された接続ラインの何れかの接続ラインに接続されて、この接続ラインを遮断し、導通し或は接地ラインに接続することにより接続ラインに関係する回路の正常な動作を阻害することでICが開封されたときに内部情報を保護する技術を開示する。

【0008】

【特許文献1】

特開平10-320293号公報

【特許文献2】

特開2000-216345号公報（段落0009～0011）

【特許文献3】

特開平11-102324号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これらの文献は光の照射によって積極的に誤動作を誘発して統計的な手法で解析を試みるという新たなカードハッキングに対しては考慮されていない。本発明者はこれについて検討した。即ち、近年 IC カードへのリバースエンジニアリングの手法として、IC を開封し、強力な光を照射することで半導体素子の誤動作を誘発するという手法が提案されている。そのため、IC カード上に光を照射されたことを検出するセンサを設ける必要がある。

【0010】

一般的な IC に集積される半導体能動素子は、ダイオード、バイポーラトランジスタ、MOSFET（金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ：Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）等が存在するが、いずれもその電圧・電流特性は p 型半導体と n 型半導体の境界である pn 接合の特性に大きく依存している。

【0011】

p 型半導体は電荷の移動に正の電荷を持つ正孔が支配的であり、n 型半導体は負の電荷を持つ自由電子が支配的である。正孔と自由電子は総称してキャリアと呼ばれている。pn 接合部では、正孔と自由電子が再結合するため、キャリアの存在確率が非常に低い、空乏層と呼ばれる領域が出現する。

【0012】

pn 接合において、p 型半導体の電位が高く、n 型半導体の電位が低い場合（順バイアスと呼ばれる）、p 型半導体中の正孔が電界により加速され空乏層へと流入する。同じく、n 型半導体中の自由電子も電界により加速され空乏層へと流入する。空乏層中では正孔と自由電子が再結合する。この現象は連続的に発生するため順バイアス時には電流が流れる。

【0013】

逆に p 型半導体の電位が低く、n 型半導体の電位が高い場合（逆バイアスと呼ばれる）、電界の向きが逆なので、p 型半導体中の正孔及び n 型半導体中の自由電子は空乏層に流れ込まない。また、空乏層中はキャリアがほとんど存在しないため、空乏層からキャリアが流出することも無い。このため逆バイアス時には電流がほとんど流れない。

【0014】

一般的に半導体論理回路では、バイポーラトランジスタやMOSFETをスイッチとして使用しており、逆バイアス状態の高抵抗が非導通状態（OFF）となる。ここで逆バイアス状態の空乏層に、光が入射された場合を考える。十分にエネルギーの大きい（波長の短い）光子が半導体中の価電子に衝突すると、価電子が励起され自由電子となり、電子が抜けて正の電荷を持った領域は正孔となる。すなわち光が入射する事で正孔・自由電子が対となって発生する。発生した正孔は電界により加速され、p型半導体へ流出し、自由電子はn型半導体へ流出する。光の入射が続く限り正孔・自由電子の発生が続くため、光が入射した場合pn接合の逆バイアスに電流が流れる事になる。

【0015】

空乏層にかかる電界が十分大きく、発生した正孔・自由電子対がほとんど再結合すること無しに、空乏層から流出するとすれば、電流の大きさは入射した光子の数に比例する事になる。すなわち、十分に強い光を入射する事で、OFF状態の半導体スイッチ素子に、ON状態の半導体スイッチ素子よりも大きな電流を流すことが出来、回路の誤動作を引き起こすことが出来る。このようにして、積極的に誤動作を誘発し、誤動作により本来出力されるべきでない情報が出力される可能性も有り、これを統計的な手法で解析を試みることによって、カードハッキングが可能にされることがある。

【0016】

本発明の目的は、光照射により積極的に誤動作を誘発して機密保護情報を不正に獲得するというカードハッキングに対する防御が可能な半導体集積回路、更にはICカードを提供することにある。

【0017】

本発明の前記並びにその他の目的と新規な特徴は本明細書の記述及び添付図面から明らかになるであろう。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば下

記の通りである。

【0019】

〔1〕通常、ICが正常動作を行っていれば、内部情報や暗号鍵等が直接外部に出力されることが無いように設計されている。しかし、回路が誤動作を起こしている状態で、内部情報や暗号鍵等を完全に保護することは困難である。よって、光が照射されたことを検出し、回路の動作を停止する（例えばリセット指示により内部状態が初期化されてリセット指示が継続される）ことで内部情報や暗号鍵等が外部に出力されることを防ぐという手法が有効である。

【0020】

そのため、光ディテクタが必要となる。一般的に光を検出する半導体素子として、半導体撮像素子等に使用されるフォトダイオードが挙げられる。しかし一般的なロジックプロセスには、フォトダイオードが用意されないため、フォトダイオードを採用することはコストの増加につながる。また、フォトダイオードのような特殊な素子を使用することは、光ディテクタの位置を容易に把握されることにつながる。光ディテクタの位置さえ判明してしまえば、FIB（Field Ion Beam）による金属の堆積等で、光ディテクタをマスクすることが出来るため、防御手法としては弱い。

【0021】

またICカードのモバイル機器等への搭載を考えると、ICカード自体の消費電力は少なければ少ない程よい。光ディテクタは、通常動作時には特に目的が無い場合、できれば待機電力がほぼゼロであることが望ましい。

【0022】

そこで、ICカードマイコンなどの半導体集積回路に対し、①標準的なロジックプロセスで構成され、②他の回路と区別が付きにくく、③待機電力が極めて小さい、光ディテクタを搭載することにより、光の照射によるリバースエンジニアリングを効果的に防ごうとするものである。そのために以下の手段を講ずる。

【0023】

〔2〕（スタティックラッチ型）本発明に係る半導体集積回路は、初期状態でスタティックラッチに第1状態を保持し、第1状態のスタティックラッチを構成

する非導通状態の半導体素子に光が照射されて第2状態に反転する光ディテクタをメモリセルアレイに複数個有し、光ディテクタによる光検出信号を内部動作の停止に利用する。スタティックラッチ型の光ディテクタをメモリアレイに組み込むことで、光ディテクタを目立たずに配置することができる。

【0024】

最適な形態として、メモリセルアレイにスタティック型メモリセルがマトリクス配置されたSRAMモジュールを有するとき、前記SRAMモジュールのメモリセルアレイに一部のスタティック型メモリセルに代えて前記光ディテクタを複数個分散配置する。

【0025】

光ディテクタが存在する部分にはメモリセルが無くなるが、前記光ディテクタに代替されたスタティック型メモリセルの欠損を補うことが可能な冗長構成を利用することができる。或は、前記光ディテクタに代替されたスタティック型メモリセルの欠損によって生ずるデータエラーの検出及び訂正が可能なECC回路を利用すればよい。

【0026】

(プッシュ・プル型) 第2の観点による半導体集積回路は、電流径路に直列に配置された導通状態の半導体素子と非導通状態の半導体素子を有し、非導通状態の半導体素子に光が照射されて変化する電流駆動力と導通状態の半導体素子の電流駆動力との比に応じて導通状態の半導体素子と非導通状態の半導体素子の接続点の電位が変化する光ディテクタを複数個有し、光ディテクタによる光検出信号を内部動作の停止に利用する。この種の光ディテクタはクロック信号に同期動作される論理回路モジュールに適用して、複数個を分散配置するのがよい。プッシュ・プル型の光ディテクタはロジック回路に対して目立たずその存在位置は容易に悟られない。

【0027】

(感度差型) 第3の観点による半導体集積回路は、電流径路に感度調整用半導体素子を有する第1回路と、電流径路に光検出用半導体素子を有する第2回路と、第2回路の出力ノードレベルを検出する第3回路とを有し、前記光検出用半導

体素子に光が照射されて変化する電流に応じて前記第2回路の出力ノードが第3回路の論理閾値を跨ぐ光ディテクタを複数個有し、光ディテクタによる光検出信号を内部動作の停止に利用する。望ましい態様として、電源回路及びクロック発生回路に複数個の前記光ディテクタを分散配置するの[の]がよい。感度差型の光ディテクタは常時貫通電流を流す回路形式故にアナログ的回路の内部に配置してもその所在は容易に知り得ない。望ましい態様として、前記感度調整用半導体素子の電流駆動力を調整可能にするのがよい。検出感度の修正もしくは最適化が容易になる。

【0028】

(光検出動作の確実化) 光照射により専ら光検出素子の電流駆動力もしくは電流量を他の素子と区別可能に増大させるには、前記光検出用半導体素子におけるp n接合部のうち、逆バイアス状態にされるp n接合部の面積を他の接合部の面積よりも大きくし、光に対する感度が同種の他の半導体素子よりも高いようにすればよい。或は、光検出用半導体素子以外の半導体素子の上層部を遮光する金属膜又はポリシリコン膜を採用すればよい。また、スタティックラッチを利用する光ディテクタでは前記光検出用半導体素子に逆方向接続のダイオードを並列接続したり、前記スタティックラッチは電流リミッタ半導体素子を介して電源電位及び回路の接地電位に接続したりしてもよい。

【0029】

(光ディテクタの配置) 各回路モジュールにおいて前記光ディテクタは基本セルのレイアウトで生じた隙間に配置してよい。結果として、各回路モジュールにおいて前記光ディテクタはランダムに配置される。

【0030】

また、各回路モジュールに基本セルをレイアウトする前に、予め、各回路モジュールにおいて前記光ディテクタを規則的なパターン例えば格子状を描いて配置する。先に光ディテクタを規則的に配置するから光ディテクタの密度調整が可能になる。但し、基本セル間に余計な隙間が発生し、チップ占有面積増大の傾向を採ることになる。

【0031】

光ディテクタを容易に高密度配置できるようにするには、論理回路の基本素子と前記光ディテクタをペアとして備える基本セルを利用するのがよい。

【0032】

(回路モジュールに対する光ディテクタの最適化) 本発明の別の観点による半導体集積回路は、初期状態でスタティックラッチに第1状態を保持し、第1状態のスタティックラッチを構成する非導通状態の半導体素子に光が照射されて第2状態に反転する第1光ディテクタをメモリセルアレイに複数個有し、第1光ディテクタによる光検出信号を内部動作の停止に利用し、また、電流径路に直列に配置された導通状態の半導体素子と非導通状態の半導体素子を有し非導通状態の半導体素子に光が照射されて変化する電流駆動力と導通状態の半導体素子の電流駆動力との比に応じて導通状態の半導体素子と非導通状態の半導体素子の接続点の電位が変化する第2光ディテクタを論理回路モジュールに複数個有し、第2光ディテクタによる光検出信号を内部動作の停止に利用する。

【0033】

更に、電流径路に感度調整用半導体素子を有する第1回路と、電流径路に光検出用半導体素子を有する第2回路と、第2回路の出力ノードレベルを検出する第3回路とを有し、前記光検出用半導体素子に光が照射されて変化する電流に応じて前記第2回路の出力ノードが第3回路の論理閾値を跨ぐ第3光ディテクタをアナログ回路に複数個有し、光ディテクタによる光検出信号を内部動作の停止に利用する。

【0034】

夫々の光ディテクタによる光検出信号の論理和信号をリセット信号とすることが可能なりセット回路を有する。光検出の度にリセットがかかれば、積極的に誤動作を誘発して機密保護情報を不正に獲得することは難しくなる。

【0035】

本発明に係るICカードは、カード基板に、外部インタフェース部と、前記外部インタフェース部に接続された上記半導体集積回路とを有する。

【0036】

【発明の実施の形態】

図1に本発明の第1実形態である、SRAM型光ディテクタ100を示す。図1に示した通りSRAM型光ディテクタ100は、6トランジスタ型SRAMメモリセルと同様の構成となっている。即ち、pチャンネル型MOSトランジスタ113、114とnチャンネル型MOSトランジスタ111、112から成るスタティックラッチ120を主体に、その一方の入出力ノードがnチャンネル型トランスファMOSトランジスタMOS115を介して電源電位VDDに、他方の入出力ノードがnチャンネル型トランスファMOSトランジスタMOS116を介して回路の接地電位VSSに接続され、双方のトランスファMOSトランジスタ115、116はリセット信号101によりスイッチ制御されるように構成される。

【0037】

一般的なICカードは、CPU（中央演算処理装置：Central Processing Unit）、SRAM（Static Random Access Memory）、ROM（Read Only Memory）、EEPROM（Electrical Erasable Programmable ROM）等を1チップに集積したSOC（System On Chip）によって構成される。よって、ICカード用の製造プロセスでSRAMを構成することができ、SRAM領域にSRAM型光ディテクタ100を配置することで、光ディテクタの存在が目立たなくなる。言うまでもなく、光ディテクタ100の待機時電力はほぼゼロである。

【0038】

前記SRAM型光ディテクタ100の動作について説明する。まずICカードに電源が投入された時点で、101はリセット信号に繋がっていて、パワーオンリセットの働きで、リセット信号101がハイレベル（Hi）になり、トランスファMOSトランジスタ115、116がオンになる。トランスファMOSトランジスタ115のソースは電源電位VDDに接続、トランスファMOSトランジスタ116のソースは接地電位VSSに接続されているため、センサ出力102の電位はローレベル（Lo）に、ノード103の電位はHiにリセットされる。この時、MOSトランジスタ111、114はオン、MOSトランジスタ112

、113はオフ状態となる。オフ状態のMOSトランジスタ112、113に光が入射する事で、MOSトランジスタ112、113がオンとなる。入射する光子の数が十分多くMOSトランジスタ112、113の抵抗がMOSトランジスタ111、114の抵抗を下回れば、前記スタティクラッチ120が反転し、ノード103がL_oに、センサ出力102の電位はH_iに遷移する。この動作により光の照射を検出することができる。

【0039】

図1の例では6トランジスタ型SRAMメモリセルを基にした光ディテクタを示したが、SRAMメモリセルには他にも抵抗負荷を用いた4トランジスタ型を始めとしてさまざまな形式が提案されている。言うまでもないことであるが、SRAMメモリセルの形式に拘わらず、オフになっているMOSトランジスタに光が入射してスタティクラッチ120が反転するという条件を満足する如何なる構成によっても、光ディテクタを構成することが可能である。

【0040】

MOSトランジスタ112、113に入射したのと同じだけの光子数が、MOSトランジスタ111、114にも入射した場合、MOSトランジスタ111、114にも電流が流れスタティクラッチ120は反転しにくくなる。これを防ぐにはいくつかの方法が考えられる。一つには、MOSトランジスタ111、114の上層を金属で覆ってしまうという方法である。図2にSRAM型光ディテクタ100のレイアウト概略図を示す。一般的に6トランジスタ型SRAMメモリセルはレイアウト面積を削減するために、図2のような配置にする。この時、ハッチングで示した部分の上層を金属で覆うことにより、MOSトランジスタ112、113以外に光子が入射する事はない。

【0041】

直接遮光するほかに、MOSトランジスタの光に対する感度を変化させることもできる。図3にオフ状態のnチャンネル型MOSトランジスタ300を示す。301はp型ウェル拡散領域、302はドレイン拡散領域、303はソース拡散領域、304はウェル給電拡散領域、311はドレイン端子、312はゲート端子、313はソース端子、314は基板端子、320は入射する光子である。各

端子はゲート端子 312、ソース端子 313、基板端子 314 が接地電位 V_{SS} であり、ドレイン端子が電源電位 V_{DD} となり、本 MOS トランジスタ 300 はオフとなっている。

【0042】

半導体に十分なエネルギーを持った光子が入射すると、正孔・自由電子対が発生する。逆バイアス状態の $p-n$ 接合に正孔・自由電子対が発生した場合には、発生したキャリアにより、逆バイアスにも電流が流れる。図 3 において、 p 型ウェル拡散領域 301 とドレイン拡散領域 302 の $p-n$ 接合が逆バイアスになっている。よって、オフ状態の n チャンネル型 MOS トランジスタ 300 に光子 320 が入射する事による漏れ電流は、主にドレイン 311 から基板 314 へ流れる。図 3 は n チャンネル型 MOS トランジスタであるが p チャンネル型 MOS トランジスタの場合も同様である。

【0043】

そこで、前記 MOS トランジスタ 112、113 のドレイン拡散面積を広くレイアウトする。ドレイン拡散面積を広くすることにより $p-n$ 接合部の空乏層領域が拡大し、光子が一樣に入射するとすれば、ドレイン面積が大きければそれだけ漏れ電流が大きくなる。よって、MOS トランジスタ 111、114 と比較して MOS トランジスタ 112、113 のドレイン面積を大きくレイアウトすれば、同様な光が MOS トランジスタ 111～114 へ入射したとしても、よりステイックラッチ 120 が反転しやすくなる。

【0044】

もちろん言うまでもないことであるが、金属による遮光とドレイン面積の増大を併用することは可能である。

【0045】

図 4 に前記 SRAM 型光ディテクタ 100 の配置の例を示す。IC カード上の SRAM ブロック 400 は、図 4 のように、メモリセルアレイ 401、冗長セルアレイ 402、冗長プログラム回路 403、ロウデコーダ 404、カラムデコーダ 405、カラムスイッチアレイ 406、ECC (error correcting cord) 回路 407、センスアンプ 408、ライトアンプ 409 及び

タイミングジェネレータ 410 を有して成る。メモリセルアレイ 401 はマトリクス配置されたスタティックメモリセルを有し、スタティックメモリセルの選択端子は行毎にワード線 WL に接続され、スタティックメモリセルのデータ入出力端子は列毎にビット線 BL に接続される。ロウデコーダ 404 はロウアドレス信号 RADR をデコードしてワード線選択信号を形成する。相補ビット線 BL はカラムスイッチアレイ 406 のスイッチを介してコモンデータ線 CD に接続可能される。カラムアドレスデコーダはカラムアドレス信号 CADR をデコードしてコモンデータ線 CD に導通させるべき相補ビット線 BL をカラムスイッチアレイ 406 のスイッチを用いて選択する。

【0046】

センスアンプ 408 はメモリセルからコモンデータ線 CD に読み出された記憶情報をセンスして ECC 回路 407 に供給する。ライトアンプ 409 はメモリセルへの書き込み情報に従ってコモンデータ線 CD をドライブする。

【0047】

前記 ECC 回路 407 は外部からの書き込みデータに ECC コードを付加して、これを書き込み情報として書き込みアンプ 409 に供給し、また、センスアンプ 408 からコモンデータ線 CD に読み出された読み出し情報を入力してこれに付随する ECC コードを用いて読み出しデータに誤りが有るかを判別し、誤りが有ればこれを訂正して出力する。

【0048】

前記冗長セルアレイ 402 はメモリセルアレイ 401 の不良ビットを救済するための冗長メモリセルを有し、不良ビットをワード線単位又は相補ビット線単位で置き換え可能にされる。ワード線単位又は相補ビット線単位の置き換えるべき不良アドレスは冗長プログラム回路 403 に設定され、設定された不良アドレスにアクセスアドレスが一致したとき、ワード線又はビット線の置き換えが行なわれる。尚、冗長構成それ自体については既に公知であるからここではその詳細について説明を省略する。

【0049】

図 4 のメモリセルアレイ 401 において、枠目は一つ一つが SRAM のステ

ックメモリセル（単にSRAMセルとも記す）を示している。このうち斜線で示したSRAMセルを、SRAM型光ディテクタ100で置き換える。図4のようにSRAM型光ディテクタ100をランダムに配置することで、リバースエンジニアリングをより困難にすることができる。

【0050】

メモリセルアレイ401において前記夫々のSRAM型光ディテクタ100はメモリセルのワード線及びビット線とは接続されず[ると共に]、ビット線とは異なる信号配線を用いて前記光検出信号102をSRAMモジュールの外部に出力するようになっている。複数のSRAM型光ディテクタ100の夫々の前記光検出信号102はワイアード・オア接続或はオアゲートを介して外部に出力されればよい。

【0051】

SRAMセルをSRAM型光ディテクタ100に置き換えることで、そのSRAMセルはメモリセルとしては使用できなくなり、これによってSRAMとしての機能に問題が生じてはならない。そこで、前記冗長用の冗長セルアレイ402と冗長プログラム回路403を利用する。即ち、SRAM型光ディテクタ100を、冗長セルアレイ402のメモリセルで代替することで、SRAMとしての機能を損なわずに、SRAM型光ディテクタ100を配置することができる。或は、冗長用の構成を利用しなくても、前記ECC回路407を利用することにより、読み出し時にSRAM型光ディテクタ100に置き換えられたビットラインは不定になるが、センスアンプ408からはHiレベルかLoレベルが出力されることにより、メモリセルの欠落によって生ずる誤りを訂正して対処することができる。冗長を用いて光ディテクタ素子を代替しなくても済む。また、SRAM型光ディテクタ100に対する置き換えがメモリセルの欠陥救済に影響を与えることがない。ECCによる誤り訂正を可能にするには、SRAM型光ディテクタ100はECC回路による誤り訂正能力以下になるように分散配置されることが必要である。

【0052】

図5に第2例である、ダイオード追加SRAM型光ディテクタ500を示す。

ダイオード追加SRAM型光ディテクタ500は、SRAM型光ディテクタ100のMOSトランジスタ112, 113に並列にダイオード511, 512を追加したものである。遮光を行う場合は、ダイオード511, 512にも光が当たるようにする。なお、特に制約を受けるものではないが、ダイオード511はn型ウェル領域のp型拡散層で構成され、ダイオード512はp型ウェル領域のn型拡散層で構成されるものとする。

【0053】

基本的な動作は、SRAM型光ディテクタ100と同様であるため省略する。追加したダイオードは、MOSトランジスタ112, 113のドレイン・基板のpn接合に並列したpn接合である。そのため、MOSトランジスタ112, 113のドレイン面積を増加したものと同様の効果を持つ。ダイオードとして独立させることで、レイアウトの自由度が増し、ドレイン面積増大では対応できないほど大きなpn接合を持たせることも可能である。また、SRAMスタティックラッチ120とダイオードが近接して配置している必要は必ずしも無いため、ダイオード511, 512を分離してレイアウトすることで、さらにレイアウトの自由度を増やすとができる。

【0054】

図6に第3例である、電流リミッタ追加SRAM型光ディテクタ600を示す。電流リミッタ追加SRAM型光ディテクタ600は、ダイオード追加SRAM型光ディテクタ500におけるSRAMラッチの電源電位VDD及びグラウンドVSSに、電流リミッタMOSトランジスタ611, 612を追加したものである。

【0055】

電流リミッタ追加SRAM型光ディテクタ600の動作について説明する。まず、SRAM型光ディテクタ100と同様、パワーオンリセットの働きで、リセット信号101がHiになり、トランスファMOSトランジスタ115, 116がオンになる。トランスファMOSトランジスタ115のソースは電源電位VDDに接続、トランスファMOSトランジスタ116のソースは接地電位VSSに接続されているため、センサ出力102の電位はLoに、ノード103の電位は

H i にリセットされる。この時、MOS トランジスタ 111, 114 はオン、MOS トランジスタ 112, 113 はオフ状態となる。オフ状態の MOS トランジスタ 112, 113 に光が入射する事で、MOS トランジスタ 112, 113 がオンとなる。この時、MOS トランジスタ 111, 114 はオン状態のため、スタティックラッチ 120 を構成する MOS トランジスタ 111 ~ 114 の全てに電流が流れ、スタティックラッチ 120 に直流電流が発生する。直流電流が流れることで、電流リミッタ MOS トランジスタ 611 のドレイン電位が上がり、電流リミッタ MOS トランジスタ 612 のドレイン電位が下がる。この効果によりスタティックラッチ 120 の電源電圧が低下し、ラッチが反転しやすくなる。すなわち光子数に対する光ディテクタの感度が増加するということである。SRAM 型光ディテクタ 100 及び、ダイオード追加 SRAM 型光ディテクタ 500 の光感度は、基本的に p n 接合面積で調整するが、本電流リミッタ追加 SRAM 型光ディテクタ 600 の感度は、電流リミッタ MOS トランジスタ 611, 612 の電流駆動力で調整することができ、設計が容易になる。

【0056】

以上、SRAM セルを基にした光ディテクタの構成について説明してきた。SRAM は、IC カードの中でもワークエリアとして使用され、リバースエンジニアリングの標的とされることが多い。よって SRAM アレイに光ディテクタを埋め込み、リバースエンジニアリングを困難にすることは重要である。他にも、CPU 部のフリップフロップ等に誤動作を誘発し、リバースエンジニアリングを行うという手法も考えられる。それを防ぐためには、標準ロジックセルの規格に従った（セル高さ、幅等）光ディテクタがあれば都合が良い。もちろん SRAM 型光ディテクタを、標準ロジックセルの規格に従いレイアウトすれば問題ないが、より標準ロジックセルに適合した回路形式があればなお良い。以下、標準ロジックセルの規格に合わせてレイアウトすることを前提とした光ディテクタの構成について説明する。

【0057】

図 7 に第 4 例である、インバータ型光ディテクタ 700 を示す。701 は負論理イネーブル信号、702 はディテクタ出力信号、703 はセンサ信号、711

は感度調整MOSトランジスタ、712は光検出MOSトランジスタ、713は出力インバータ、VDDは電源電位、VSSはグラウンド電位である。

【0058】

インバータ型光ディテクタ700は負論理イネーブル信号701がL_oに落ち、感度調整MOSトランジスタ711がオンになることで起動する。光子が入射していない場合、光検出MOSトランジスタ712のゲート・ソースが短絡されているため、光検出MOSトランジスタ712はオフである。よって光子が入射していない場合、センサ信号703は電源電位、ディテクタ出力702はグラウンド電位VSSである。光検出MOSトランジスタ712に光子が入射すると電流が流れ、電流駆動力の比によりセンサ信号703が低下する。光子数が一定以上となり、センサ信号703の電位が出力インバータ713の論理スレッシュホールドを下回ると、ディテクタ出力702がH_iとなり、光が検出される。

【0059】

図8に第5例である、バイアストインバータ型光ディテクタ800を示す。801は負論理イネーブル信号、802は正論理イネーブル信号、803はバイアスノード、804はセンサ信号、805はディテクタ出力信号である。811, 815, 819はpチャンネル型電流制限MOSトランジスタである。814, 818, 822はnチャンネル型電流制限MOSトランジスタである。813, 821はnチャンネル型感度制御MOSトランジスタ、817はnチャンネル型光検出MOSトランジスタである。これらの素子のうち、光を当てるのは光検出MOSトランジスタ817のみで、他の素子は金属膜で覆いをする。ここでMOSトランジスタのW, Lの値は、811=815=819、812=816=820、813=821、814=818=822と設計される。

【0060】

負論理イネーブル信号801がH_i、正論理イネーブル信号802がL_oの時、バイアストインバータ型光ディテクタ800はオフである。MOSトランジスタ811, 814, 815, 818によって電流が流れなくなり、センサ信号804はMOSトランジスタ823によりプルアップされ、ディテクタ出力信号805はグラウンド電位VSSで固定される。

【0061】

負論理イネーブル信号801がL_o, 正論理イネーブル信号802がH_iに切り替わると、バイアストインバータ型光ディテクタ800が起動し、MOSトランジスタ811~814によって構成されるクロックドインバータ型のバイアス回路のネガティブフィードバックによりバイアスノード803の電位が決定する。この時、MOSトランジスタのW, Lの値は、811=819、812=820、813=821、814=822と設計されているため、バイアスノード803の電位はMOSトランジスタ819~822によって構成されるインバータの論理スレッシュホールドに等しい。ここでもしMOSトランジスタ813=817と設計されていれば、センサ信号804の電位もバイアスノード803の電位と等しくなるはずである。実際のW/Lの値はMOSトランジスタ813>817と設計しておく。単チャネル効果の影響をなくすため、Lを等しくWの値を813>817と設計することが望ましい。このように設計を行うことで、MOSトランジスタ813と817の電流駆動力の違いからセンサ信号804の電位は、バイアスノード803の電位より高くなり、ディテクタ出力信号805はグラウンド電位付近で安定する。

【0062】

光検出MOSトランジスタ817に光子が入射すると、光検出MOSトランジスタ817のドレイン・基板間に漏れ電流が発生する。すると電流が増加するため、センサ信号804の電位が低下する。光子数が増加しセンサ信号804の電位が、MOSトランジスタ819~822によって構成されるインバータの論理スレッシュホールドを下回った時、ディテクタ出力信号805はH_iに遷移する。

【0063】

本バイアストインバータ型光ディテクタ800の特徴は、nチャンネル型MOSトランジスタ813(=821)と817のW/Lの差により光検出の感度を容易に調整できることである。本バイアストインバータ型光ディテクタ800が動作している間は、常に電流が流れつづけるが、pチャンネル型電流制限MOSトランジスタ811, 815, 819、及びnチャンネル型電流制限MOSトランジスタ814, 818, 822のW/Lの値を小さく設定することで、ICカ

ード全体の消費電力と比較して問題にならない程度に低消費電力化することが可能である。

【0064】

図9に第6例である、カレントミラー型光ディテクタ900を示す。901は負論理イネーブル信号、902は正論理イネーブル信号、903はバイアスノード、904はセンサ信号、905はディテクタ出力信号、911はpチャンネル型電流源MOSトランジスタ、913はnチャンネル型バイアスMOSトランジスタである。915、917はカレントミラーを構成するMOSトランジスタ、916はnチャンネル型感度調整MOSトランジスタ、919はnチャンネル型光検出MOSトランジスタ、920～923は電流制限インバータ、912はnチャンネル型プルダウンMOSトランジスタである。914、918はpチャンネル型プルアップMOSトランジスタである。これらの素子のうち、光を当てるのは光検出MOSトランジスタ919のみで、他の素子は金属膜で覆いをする。

【0065】

負論理イネーブル信号901がHi、正論理イネーブル信号902がLoの時、カレントミラー型光ディテクタ900はオフである。プルダウンMOSトランジスタ912により、MOSトランジスタ913、916、919に電流が流れなくなり、センサ信号904はプルアップMOSトランジスタ918によりプルアップされ、ディテクタ出力信号905はグラウンド電位VSSで固定される。

【0066】

負論理イネーブル信号901がLo、正論理イネーブル信号902がHiに切り替わると、カレントミラー型光ディテクタ900が起動する。電流源MOSトランジスタ911に流れる電流が、バイアスMOSトランジスタ913に流れ、バイアスノード903の電位が決定する。ここで感度調整MOSトランジスタ916と光検出MOSトランジスタ919のW、Lが同一であれば、2つのMOSトランジスタには同一の電流が流れる。実際は感度調整MOSトランジスタのWを大きくし、感度調整MOSトランジスタ916のほうに大きな電流が流れるように設計される。2つのMOSトランジスタの電流差は、MOSトランジスタ915、917で構成されるカレントミラー能動負荷で増幅される。MOSトラン

ジスタ 915, 917 のチャンネル長変調係数が十分小さいとすれば、センサ出力 904 は電源電位 VDD 付近で、ディテクタ出力信号 905 はグラウンド電位 VSS 付近で安定する。

【0067】

光検出 MOS トランジスタ 919 に光子が入射すると、光検出 MOS トランジスタ 919 のドレイン・基板間に漏れ電流が発生する。すると電流が増加する。光検出 MOS トランジスタ 919 に流れる電流が、感度調整 MOS トランジスタ 916 に流れる電流を上回ると、カレントミラー能動負荷の働きで、センサ信号 904 の電位がグラウンド電位 VSS 付近まで下がる。その結果ディテクタ出力信号 905 は Hi レベルに遷移し、光の照射が検出される。

【0068】

本カレントミラー型光ディテクタ 900 もまた、感度調整 MOS トランジスタ 916 と光検出 MOS トランジスタ 919 との W/L の差により光感度を容易に調整可能である。この回路も動作中は常に電流が流れるが、MOS トランジスタ 911 と 913 で構成されるバイアス回路と、出力インバータに電流を制限する MOS トランジスタ 920, 923 の W, L 値を適宜調整することで、IC カード全体の消費電力に対して問題にならない程度に低消費電力化することができる。

【0069】

図 10 に第 7 例である、ディファレンシャル AMP 型光ディテクタ 1000 を示す。1001 は負論理イネーブル信号、1002 は正論理イネーブル信号、1003 はバイアスノード、1004 はセンサ信号、1005 はディテクタ出力信号、1011 は p チャンネル型電流源 MOS トランジスタ、1013 は n チャンネル型バイアス MOS トランジスタ、1024 は n チャンネル型電流源 MOS トランジスタである。1015, 1017 はカレントミラー負荷を構成する MOS トランジスタ、1016 は n チャンネル型感度調整 MOS トランジスタ、1019 は n チャンネル型光検出 MOS トランジスタ、1020 ~ 1023 は電流制限インバータ、1012 は n チャンネル型プルダウン MOS トランジスタである。1014, 1018 は p チャンネル型プルアップ MOS トランジスタである。こ

これらの素子のうち、光を当てるのは光検出MOSトランジスタ1019のみで、他の素子は金属膜で覆いをする。

【0070】

負論理イネーブル信号1001がHi, 正論理イネーブル信号1002がLoの時、ディファレンシャルAMP型光ディテクタ1000はオフである。プルダウンMOSトランジスタ1012により、電流源MOSトランジスタ1024に電流が流れなくなり、センサ信号1004はプルアップMOSトランジスタ1018によりプルアップされ、ディテクタ出力信号1005はグラウンド電位VSSで固定される。

【0071】

負論理イネーブル信号1001がLo, 正論理イネーブル信号1002がHiに切り替わると、ディファレンシャルAMP型光ディテクタ1000が起動する。電流源MOSトランジスタ1011に流れる電流が、バイアスMOSトランジスタ1013に流れ、カレントミラーにより電流源MOSトランジスタ1024の電流が決定する。ここで感度調整MOSトランジスタ1016と光検出MOSトランジスタ1019のW, Lが同一であれば、2つのMOSトランジスタには同一の電流が流れる。実際は感度調整MOSトランジスタのWを大きくし、感度調整MOSトランジスタ1016の方に大きな電流が流れるように設計される。2つのMOSトランジスタの電流差は、MOSトランジスタ1015, 1017で構成されるカレントミラー能動負荷で増幅される。MOSトランジスタ1015, 1017のチャネル長変調係数が十分小さいとすれば、センサ出力1004は電源電位VDD付近で、ディテクタ出力信号1005はグラウンド電位VSS付近で安定する。

【0072】

光検出MOSトランジスタ1019に光子が入射すると、光検出MOSトランジスタ1019のドレイン・基板間に漏れ電流が発生する。すると電流が増加する。光検出MOSトランジスタ1019に流れる電流が、感度調整MOSトランジスタ1016に流れる電流を上回ると、カレントミラー能動負荷の働きで、センサ信号1004の電位がグラウンド付近まで下がる。その結果ディテクタ出力

信号1005はHiレベルに遷移し、光の照射が検出される。

【0073】

本ディファレンシャルAMP型光ディテクタ1000の特徴も、カレントミラーAMP型光ディテクタ900等と同様、感度調整MOSトランジスタ1016と光検出MOSトランジスタ1019とのWの差により光感度を容易に調整可能な事である。さらに、カレントミラーAMP型光ディテクタ900等と比較して、光検出MOSトランジスタ1019のドレイン電位が高くなることが利点としてあげられる。各光ディテクタは、光検出MOSトランジスタのドレイン・基板間のpn逆バイアスに発生する漏れ電流を検出することで、光の入射を検出している。ドレイン電位が低い場合、空乏層中の電界が弱く、光子の入射によって発生した正孔・自由電子対が空乏層を抜ける前に再結合する確率が上がってしまう。ディファレンシャルAMP型光ディテクタ1000は、光検出MOSトランジスタ1019のドレイン電位を上げることで、ドレイン・基板間の電界を強化し、より光感度を上昇させている。ディファレンシャルAMP型光ディテクタ1000もまた、動作中に電流が常に流れるが、MOSトランジスタ1011と1013で構成されるバイアス回路と、出力インバータに電流を制限するMOSトランジスタ1020、1023のW、L値を適宜調整することで、ICカード全体の消費電力に対して問題にならない程度に低消費電力化することができる。

【0074】

図11には図8のバイアストインバータ型光ディテクタ800の変形例が示される。図11に示されるバイアストインバータ型光ディテクタ800Aは、感度制御用素子の電流駆動能力を調整可能にしたものである。即ち、感度制御MOSトランジスタ813aと電流制限MOSトランジスタ814aの直列回路、感度制御MOSトランジスタ813bと電流制限MOSトランジスタ814bの直列回路、及び感度制御MOSトランジスタ813cと電流制限MOSトランジスタ814cの直列回路を並列に配置した点が図8の構成と相違される。MOSトランジスタのW、Lの値は、 $814a = 814b = 814c = 814$ である。MOSトランジスタ813a、813b、813cのLはMOSトランジスタ817と同じで、MOSトランジスタ813a、813b、813cのW_{813a}、W

813b, W_{813c} は、MOSトランジスタ817の W_{817} に対して、例えば、 $W_{813a} = 3 \cdot W_{817} / 4$ 、 $W_{813b} = 1 \cdot W_{817} / 8$ 、 $W_{813c} = 1 \cdot W_{817} / 16$ とされる。制御信号802をHiにしてバイアストインバータ型光ディテクタ800を動作可能にするとき、選択信号804a, 804b, 804cの何れかをHiにするかによって感度制御用素子による電流駆動能力が相違され、バイアスノード803に対するセンサ信号804の初期電位の差を所望に設定することが可能になる。選択信号804a, 804b, 804cは図示を省略するレジスタ値によって決定してよい。これにより、検出感度の修正もしくは最適化が容易になる。

【0075】

図12にICカード用の半導体集積回路としてICカード用マイクロコンピュータ（単にICカードマイコンとも記す）が例示される。ここでは、これまで述べてきた種々の光ディテクタを、どのようにICカードマイコンに適用するかについて示す。1100はICカードのICM (Integrated Circuit Module) 例えばICカードマイコンである。1101は電源端子、1102はグラウンド端子、1103はクロック入力端子、1104と1105はI/O端子、1111は電源ブロック、1112はPLL (Phase-Locked Loop) ブロック、1113はCPUを含む論理回路ブロック、1114はインタフェースブロック、1115はSRAM、1116はROM、1117はEEPROM、1121は内部データバスである。

【0076】

ROM1116はCPUを含む論理回路ブロック1113中のCPUの制御プログラムを保有し、EEPROM1117は制御データ等を書換え可能に保有する。SRAM1115はCPUを含む論理回路ブロック1113中のCPUのワーク領域などに利用される。PLL1112はクロック入力端子1103から供給される外部クロックに基づいて内部クロックを生成する。

【0077】

一般にICカードの各外部端子には、高速性が要求されないため、ICカードマイコンは伝統的な5V電源のインタフェースを採用している。そのため、IC

カードマイコン 1 1 0 0 には電源は 5 V が供給される。しかし、ディープサブミクロンプロセスより微細化が進んだ IC では 5 V の電源は高すぎるので、各回路に適切な電源電圧を供給するため降圧電源が必要となる。また EEPROM 1 1 1 7 では、メモリの消去／書き込みのため 5 V より高い電圧、グラウンドより低い電圧を必要とするため、それぞれチャージポンプ等を用いた昇圧電源／負電圧電源回路が必要となる。これらの電源回路をまとめたブロックが、電源ブロック 1 1 1 1 である。電源ブロック 1 1 1 1 は主にアナログ回路で構成される。このため、前記バイアストインバータ型光ディテクタ 8 0 0、カレントミラー型光ディテクタ 9 0 0、ディファレンシャル AMP 型光ディテクタ 1 0 0 0 等の回路が目立つこと無く組み込むことができる。目立つこと無くとは、アナログ回路故に、定電流を流す回路構成の光ディテクタが挿入されていても周りの回路構成に対して容易に識別し難い、という意味である。

【 0 0 7 8 】

IC カードマイコン 1 1 0 0 には CPU を含む論理回路ブロック 1 1 1 3 が内蔵されているため、PLL ブロック 1 1 1 2 が必要となる。PLL ブロック 1 1 1 2 はアナログ回路で構成されるため、前記バイアストインバータ型光ディテクタ 8 0 0、カレントミラー型光ディテクタ 9 0 0、ディファレンシャル AMP 型光ディテクタ 1 0 0 0 等が目立つこと無く組み込むことができる。

【 0 0 7 9 】

CPU を含む論理回路ブロック 1 1 1 3 やインタフェースブロック 1 1 1 4 は、主としてデジタル回路で構成されるため、インバータ型光ディテクタ 7 0 0 を採用するのが適切である。適切であるとは、デジタル回路故に、プッシュ・プル構成の光ディテクタが挿入されていても周りの回路構成に対して容易に識別し難い、という意味である。

【 0 0 8 0 】

SRAM 1 1 1 5、ROM 1 1 1 6、EEPROM 1 1 1 7 は、メモリ素子であるため SRAM 型光ディテクタ 1 0 0、ダイオード追加 SRAM 型光ディテクタ 5 0 0、電流リミッタ追加 SRAM 型光ディテクタ 6 0 0 等を採用するのが適切である。ここで適切とは、光ディテクタがメモリセル様の回路構成を備えるの

で周りのメモリセルに対して容易に識別し難い、という意味である。ROM 1116やEEPROM 1117はメモリセル構成がSRAMとは異なるためメモリアレイ中に混在させることは適切ではないが、メモリセルへ書き込むべきデータ若しくはメモリセルから読み出したデータを一時的に格納するバッファをSRAMメモリセル構成とし、その中にSRAM型光ディテクタを混在させればよい。

【0081】

各種光ディテクタによる光検出信号は、例えば論理和が採られ、論理信号はICカードマイコンのリセット信号（マスタリセット信号）の一つとされる。これにより、光を当ててリバースエンジニアリングのためのデータ収集を試みようとしても、その都度、ICカードマイコンにマスタリセットがかかって初期状態に戻され、リセットの解除は行われない。この結果、光照射によって不正なデータ収集を行おうとしても、ICカードの動作が停止し、統計的に暗号鍵等の解析を行うことを阻むことができる。

【0082】

このように、回路ブロックの特性に合わせて、適宜様々な種類の光ディテクタを組み込むことで、リバースエンジニアリングをより効果的に防ぐことが出来る。

【0083】

上記光ディテクタの組み込み法は様々な方法が考えられる。第1に、素子の配置によって出来た隙間に組み込む方法、第2に、格子状のパターンで組み込む方法などが良いと考えられる。

【0084】

図13には機能ブロックの素子配置の隙間に光ディテクタを組み込んだ様子が例示される。例えば一つの機能ブロック1604は、D型ラッチ回路のような第1基本セル1601、ナンドゲート（NAND）等の第2基本セル1602、インバータ等の第3基本セル1603が所要の機能を満足するように配置され、それによって生じた隙間に光ディテクタ1301が配置される。一般的にデジタル回路は基本セル1601, 1602, 1603等を並べることで、機能ブロック1604を構成する。基本セル1601～1603は配置を行い易いように、セ

ル高さは統一されるが、セルによって幅は異なる。そのため機能ブロックを構成する時に、どうしても隙間が出来てしまう。一般的に、この隙間は何も配置しないか又はいわゆる隙間セルを配置するが、ここに光ディテクタ 1301 を組み込むことで、面積の増大なしに多数の機能ブロックに光ディテクタ 1301 を組み込むことができる。

【0085】

図 14 には格子状のパターンで光ディテクタを組み込んだ様子が例示される。特にリバースエンジニアリングを防ぎたい機能ブロック 1704 には、予め光ディテクタ 1301 を配置しておく。その配置ここでは格子状である。この手法では、光ディテクタ 1301 の隙間に基本セル 1601～1603 を配置するため、セルの隙間 1701 が多数発生するが、光ディテクタ 1301 の密度を調整できるので、リバースエンジニアリングの防止という点で優れる。

【0086】

図 15 には D 型フリップフロップに光検出回路を組み込んだ基本セルが例示される。リバースエンジニアリング防止を重要視するならば、論理回路の基本素子（フリップフロップ、NAND、NOR、インバータ等）に、あらかじめ光ディテクタを組み込んでおき、それらを使用することで光ディテクタを高密度に配置することが容易になる。

【0087】

図 15 に例示される基本セル 1501 は D 型フリップフロップの基本素子に対応され、D 型フリップフロップ 1502、光検出回路 1301、及びワイヤード・オア結合素子 1302 から成る。この場合採用する光ディテクタは、動作時の消費電力がほぼゼロで、面積を小さく抑えることが出来る、インバータ型光ディテクタ 700 が最適であるので、光検出回路 1301 にインバータ型光ディテクタ 700 を採用する。ワイヤード・オア結合素子 1302 のドレインはその他の基本セルに設けられるワイヤード・オア結合素子のドレインに結合されればよい。

【0088】

図 16 には光ディテクタによる光検出の他に、電圧検出、周波数検出、配線切

断検出機能を付加した I C カードマイコンが例示される。図 1 2 に対して、電圧検出回路 1 2 0 1、周波数検出回路 1 2 0 2、配線切断検出回路 1 2 0 3、アクティブシールド配線(ラーメンパターン) 1 2 0 4 が付加された点が相違される。

【 0 0 8 9 】

電圧検出回路 1 2 0 1 は電源ブロック 1 1 1 1 で生成される内部動作電源の規定以下の降圧を検出する。プローブを介して内部電源ノードに異常な降圧電圧を印加して異常な動作をさせることによってリエンジニアリングの解析が行われること予想して、これを検出するために前記電圧検出回路 1 2 0 1 を利用する。

【 0 0 9 0 】

周波数検出回路 1 2 0 2 は P L L 1 1 1 2 で生成される内部クロックの周波数が規定の周波数以上にされたことを検出する。プローブを介して内部クロック供給ノードに異常な高周波を印加して異常な動作をさせることによってリエンジニアリングの解析が行われること予想して、これを検出するために前記周波数検出回路 1 2 0 2 を利用する。

【 0 0 9 1 】

配線切断検出回路 1 2 0 3 は I C カードマイコンの表面に配置されたアクティブシールド配線(ラーメンパターン) 1 2 0 4 が切断されたことを検出する。アクティブシールド配線 1 2 0 4 は図 1 7 に例示されるように I C カードマイコンの表面全体に緻密なパターンを描くように敷設される。I C カードマイコンの内部ノードにプローブを接触させるために I C カードマイコンの表面保護膜などを除去しようとすると一緒にアクティブシールド配線(ラーメンパターン) 1 2 0 4 も切断され、これを検出しようとする。

【 0 0 9 2 】

図 1 8 には光ディテクタによる光検出、電圧検出、周波数検出、及び配線切断検出により統合的にリセット信号を生成する回路構成が例示される。1 3 0 1 は種々の形態の光検出回路を総称する光検出回路、1 3 0 2 は光検出回路 1 3 0 1 の検出信号を選択端子に受ける M O S トランジスタのようなワイヤード・オア素子、1 3 0 8 は電圧検出回路 1 2 0 1 からの検出信号を選択端子に受ける M O S トランジスタのようなワイヤード・オア素子、1 3 0 9 は周波数検出回路 1 2 0

2からの検出信号を選択端子に受けるMOSトランジスタのようなワイヤード・オア素子である。1303はリセット回路、1304はリセット信号、1305はプルダウン抵抗、1306はプルアップ抵抗、1204はアクティブシールド配線である。前記ワイヤード・オア素子1301、1308、1309、プルアップ抵抗1306、プルダウン抵抗1305、及びアクティブシールド配線1204は配線1307に共通接続される。

【0093】

前記プルアップ抵抗1306の方が、プルダウン抵抗1305より抵抗値が小さいため、配線1307の電位は、電源電圧付VDD近となる光検出回路1301のどれかが光の入射を検出するとワイヤード・オア素子1302がオン状態にされ、電圧検出回路1201が内部電圧の異常を検出するとワイヤード・オア素子1308がオン状態にされ、周波数検出回路1202が周波数の異常を検出するとワイヤード・オア素子1309がオン状態にされる。何れかのワイヤード・オア素子がオン状態にされると、配線1307の電位はグラウンドVSS付近まで降下する。これをリセット回路1303が検出し、リセット信号1304をアサートしてICカードマイコンを初期化する。配線1307を切断しても、或はアクティブシールド配線1204を切断しても、プルダウン抵抗1305の効果で、配線1307の電位はグラウンドVSS付近まで降下し、同様にICカードマイコンは初期化される。リセット指示の解除は行われず、ICカードの動作は停止する。

【0094】

また、図2に示す光ディテクタ素子を構成するMOSの上層で、遮光をするための金属箔を形成する場合、アクティブシールド配線やその他の配線により形成するようにしてもよい。この場合MOSの大きさに対して配線の幅は狭いのが通常であるため、遮光するMOSの上層の配線を密にし、遮光しないMOSの上層の配線を疎にすることにより、光の強度に差がつくようにしてもよい。

【0095】

図19には接触インタフェース形式のICカード1130の外観が例示される。合成樹脂から成るカード基板1131には、特に制限されないが、外部インタ

フェース部として、電極パターンによって形成された外部端子 1132 が表面に露出され、前記図 12 及び図 16 に例示される IC カードマイコン 1100 が埋め込まれている。前記電極パターンには IC カードマイコン 1100 の対応する外部端子が結合される。

【0096】

図 20 には非接触インタフェース形式の IC カード 1134 の外観が例示される。合成樹脂から成るカード基板 1135 には、特に制限されないが、外部インタフェース部としてアンテナ 1136 が埋め込まれ、前記図 12 及び図 16 に例示される IC カードマイコン 1100 が埋め込まれる。この例では、IC カードマイコン 1100 はインタフェースブロック 1114 に高周波部を有し、この高周波部に前記アンテナ 1136 が結合される。

【0097】

前記 IC カード 1130、1134 を例えば電子マネーシステムで利用するとき、前記 EEPROM 1117 には暗号鍵や金額情報などが暗号化されて格納され、電子マネーを利用するとき暗号鍵や金額情報が復号され、復号された情報を用いて正当な利用か否かが判定され、必要な金額が銀行に送金され、或いは別の IC カードに所要の金額が転送される。

【0098】

また、前記 IC カード 1130、1134 が携帯電話機に装着されて使用されるとき、前記 EEPROM 1117 には使用者の電話番号、ID 番号、課金情報等が暗号化されて格納され、電話を利用するときそれら情報が復号され、復号された情報を用いて正当な利用か否かが判定され、使用度数に応じて課金情報が更新され、再度暗号化される。

【0099】

上記 IC カード 1130、1134 によれば、前記 IC カードマイコン 1100 光検出による強制リセット作用により、暗号鍵などのデータハッキングが防御され、利用者の損害発生を抑制することができる。

【0100】

以上本発明者によってなされた発明を実施形態に基づいて具体的に説明したが

、本発明はそれに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは言うまでもない。

【0101】

例えば、スタティックラッチを主体とする光ディテクタはSRAM以外のメモリのメモリアレイに配置することも可能である。ICカードマイコンに設けられる回路モジュールは図12などで説明した内容に限定されず、タイマカウンタ等その他の回路モジュールを搭載してもよい。本発明はICカードマイコン以外のシステムオンチップに係る別の半導体集積回路にも広く適用することができる。尚、上記金属による遮光とドレイン面積の増大という技術的手段は本発明における光ディテクタ以外の一般的な光検出用の光ディテクタにも適用可能である。

【0102】

【発明の効果】

本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば下記の通りである。

【0103】

すなわち、スタティックラッチのオフ状態で安定している半導体素子に光を照射することで、当該スタティックラッチが反転する事を利用して、光ディテクタを構成することができる。スタティックラッチ型の光ディテクタをメモリアレイの中に組み込むことで、光ディテクタを目立たずに配置することが出来る。その時、光ディテクタが存在する部分にはメモリセルがなくなるが、冗長或はECC回路を用いて正常なメモリ機能を保証することができる。

【0104】

プッシュ・プル型回路の非導通半導体素子に光を照射して出力を反転可能にする構成を光ディテクタに採用すれば、それを目立たずにロジック回路に配置することができる。

【0105】

電流経路に配置された感度調整用半導体素子に流れる電流に対して光検出用半導体素子に光が照射されて変化する電流に応じて出力を変化させる構成を光ディテクタに採用すれば、それを目立たずに電源回路等のアナログ回路やクロック発

生回路に配置することができる。

【0106】

光ディテクタの光検出用半導体素子を金属等で覆うことにより、光ディテクタの動作をより確実にすることができる。光ディテクタの感度調整は、光検出用の半導体素子の逆バイアス p n 接合部の面積調整、ダイオードの追加、電流制限、光検出 MOS トランジスタとの電流を比較する MOS トランジスタの W/L 調整等で行うことができる。

【0107】

上記半導体集積回路を IC カードなどに採用することにより、積極的に半導体集積回路の誤動作を誘発して機密保護情報を不正に獲得するというカードハッキングに対する防御が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実形態であるSRAM型光ディテクタを例示する回路図である。

【図2】

SRAM型光ディテクタの光検出素子以外を金属皮膜で遮光するパターンの例を示す説明図である。

【図3】

オフ状態のMOSトランジスタへ光子が入射した場合の動作を示す説明図である。

【図4】

SRAM型光ディテクタのSRAMへの組み込み状と共にSRAMモジュールの全体的な構成を示すブロック図である。

【図5】

ダイオード追加SRAM型光ディテクタを示す回路図である。

【図6】

電流リミッタ追加SRAM型光ディテクタを示す回路図である。

【図7】

インバータ型光ディテクタを示す回路図である。

【図 8】

バイアストインバータ型光ディテクタを示す回路図である。

【図 9】

カレントミラー型光ディテクタを示す回路図である。

【図 1 0】

ディファレンシャルAMP型光ディテクタを示す回路図である。

【図 1 1】

図 8 のバイアストインバータ型光ディテクタ 8 0 0 の変形例を示す回路図である。

【図 1 2】

各種光ディテクタを組み込んだ様子を示す I C カードマイコンの概略構成を示すブロック図である。

【図 1 3】

機能ブロックの素子配置の隙間に光ディテクタを組み込んだ様子を例示するレイアウト説明図である。

【図 1 4】

機能ブロックに格子状のパターンで光ディテクタを組み込んだ様子を例示するレイアウト説明図である。

【図 1 5】

D型フリップフロップに光ディテクタを組み込んだ基本セルを例示する回路図である。

【図 1 6】

光ディテクタによる光検出の他に、電圧検出、周波数検出、配線切断検出機能を付加した I C カードマイコンを全体的に示すブロック図である。

【図 1 7】

I C カードマイコンの表面全体に緻密なパターンとしてアクティブシールド配線を敷設した様子を示す説明図である。

【図 1 8】

光ディテクタによる光検出、電圧検出、周波数検出、及び配線切断検出により

統合的にリセット信号を生成する回路構成を例示する説明図である。

【図 1 9】

接触インタフェース形式の I C カードの外観を例示する平面図である。

【図 2 0】

非接触インタフェース形式の I C カードの外観を例示する平面図である。

【符号の説明】

1 0 0 S R A M 型光ディテクタ

1 1 1、1 1 2、1 1 3、1 1 4 スタティックラッチを構成する M O S トランジスタ

1 2 0 スタティックラッチ

3 0 2 ドレイン拡散領域

3 0 3 ソース拡散領域

3 1 1 ドレイン端子

3 1 2 ゲート端子

3 1 3 ソース端子

3 1 4 接地端子

3 2 0 光子

4 0 0 S R A M ブロック

4 0 1 メモリセルアレイ

4 0 2 冗長セルアレイ

4 0 3 冗長プログラム回路

4 0 7 E C C 回路

5 1 1、5 1 2 ダイオード

6 1 1、6 1 2 電流リミッタ M O S トランジスタ

7 0 0 インバータ型光ディテクタ

7 1 1 感度調整 M O S トランジスタ

7 1 2 光検出 M O S トランジスタ

8 0 0 バイアストインバータ型光ディテクタ

8 1 3、8 2 1 感度制御 M O S トランジスタ

8 1 7 光検出MOSトランジスタ感度制御MOSトランジスタ
8 1 3 a, 8 1 3 b, 8 1 3 c 感度制御MOSトランジスタ
9 0 0 カレントミラー型光ディテクタ
9 1 6 感度調整MOSトランジスタ
9 1 9 光検出MOSトランジスタ
1 0 0 0 ディファレンシャルAMP型光ディテクタ
1 0 1 6 感度調整MOSトランジスタ
1 0 1 9 光検出MOSトランジスタ
1 1 0 0 ICカードマイコン
1 1 1 1 電源ブロック
1 1 1 2 PLLブロック
1 1 1 3 CPUを含む論理回路ブロック
1 1 1 4 インタフェースブロック
1 1 1 5 SRAM
1 1 1 6 ROM
1 1 1 7 EEPROM
1 1 3 0 ICカード
1 1 3 1, 1 1 3 5 カード基板
1 1 3 2 外部端子
1 1 3 6 アンテナ
1 2 0 1 電圧検出回路
1 2 0 2 周波数検出回路
1 2 0 3 配線切断検出回路
1 2 0 4 アクティブシールド配線
1 3 0 1 光検出素子
1 3 0 2 ワイヤード・オア結合素子
1 3 0 3 リセット回路
1 3 0 4 リセット信号
1 3 0 5 プルダウン抵抗

1 3 0 6 プルアップ抵抗

1 3 0 7 配線

1 3 0 8、1 3 0 9 ワイヤード・オア結合素子

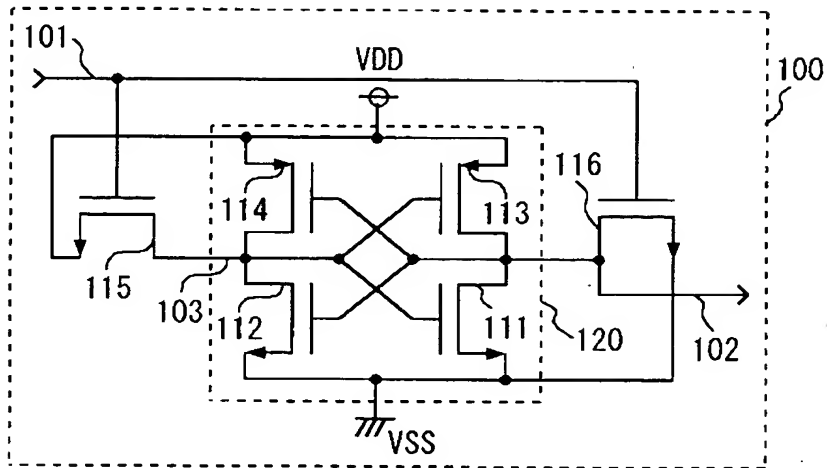
1 5 0 1 基本セル

1 5 0 2 D型フリップフロップ

【書類名】 図面

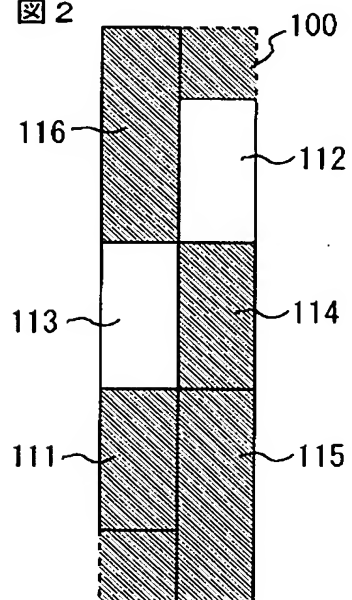
【図 1】

図 1

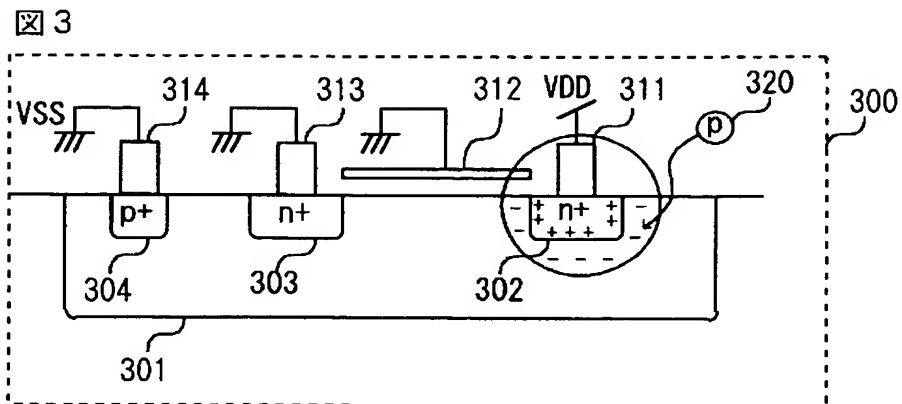


【図 2】

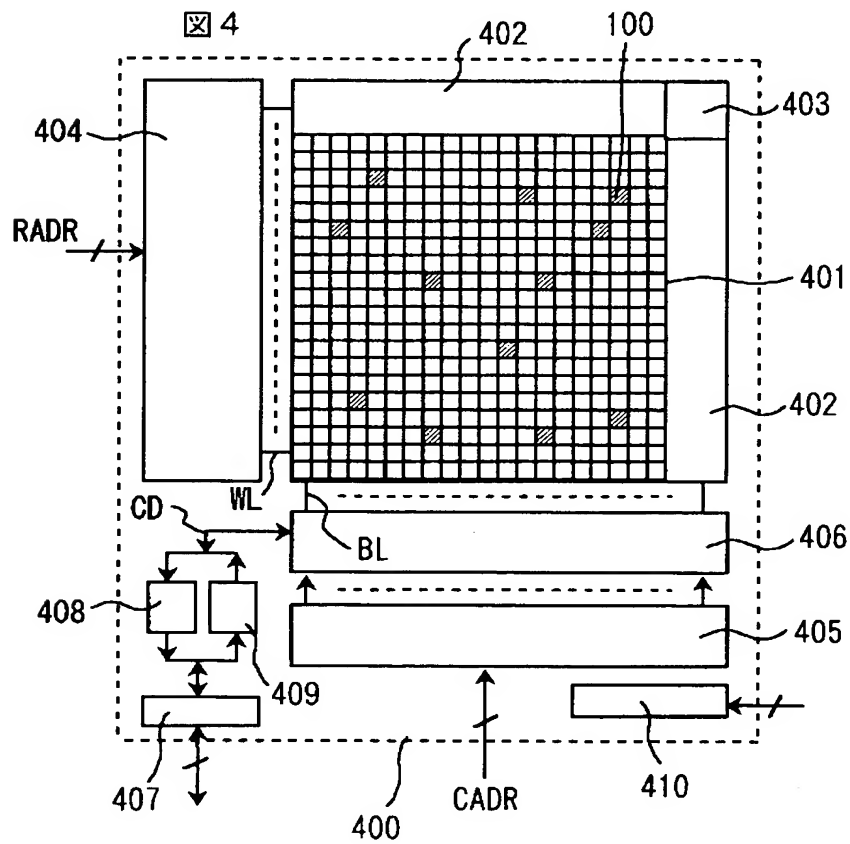
图 2



【図 3】

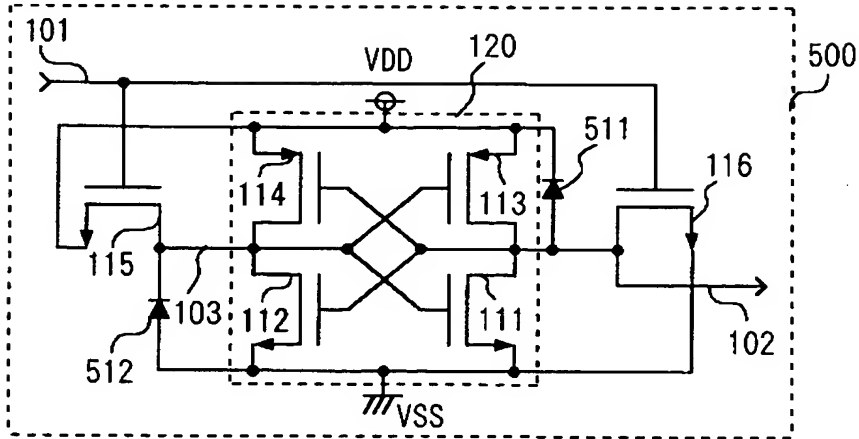


【図 4】



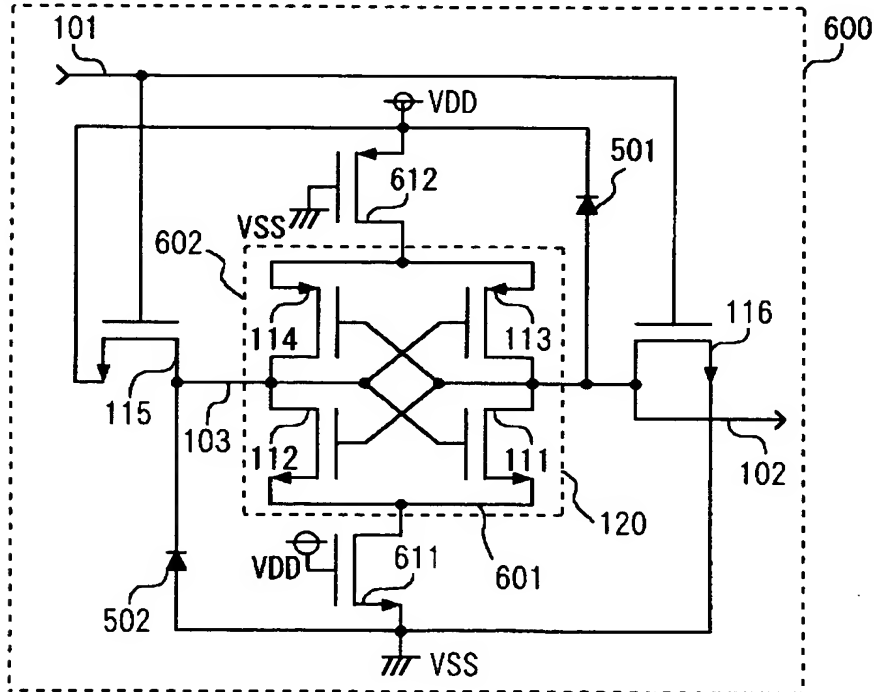
【図 5】

図 5



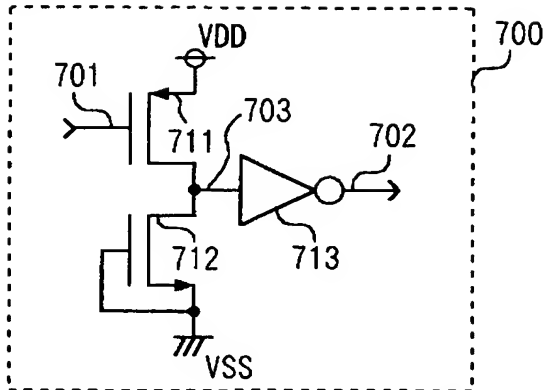
【図 6】

図 6



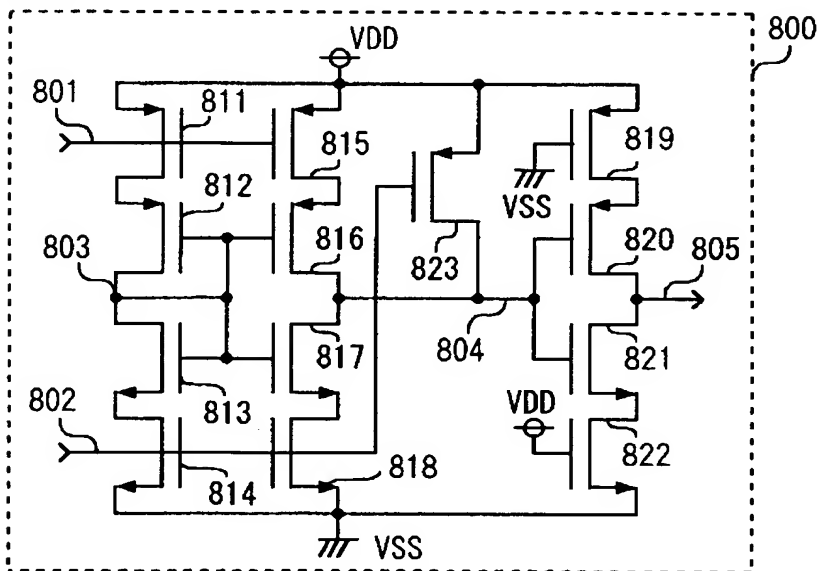
【図 7】

図 7



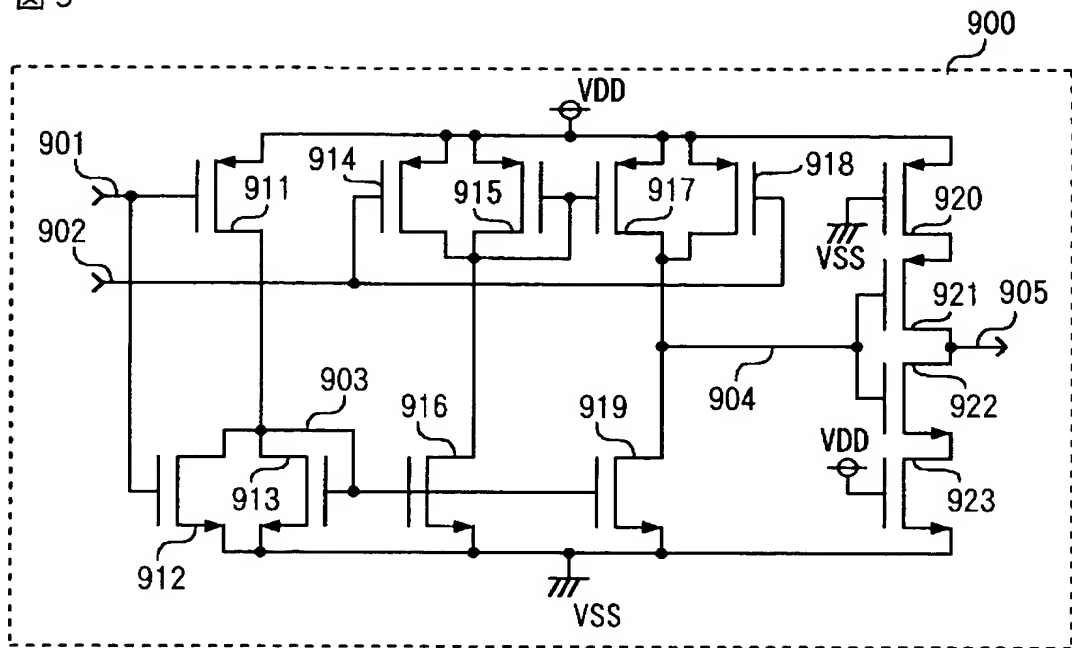
【図 8】

図 8



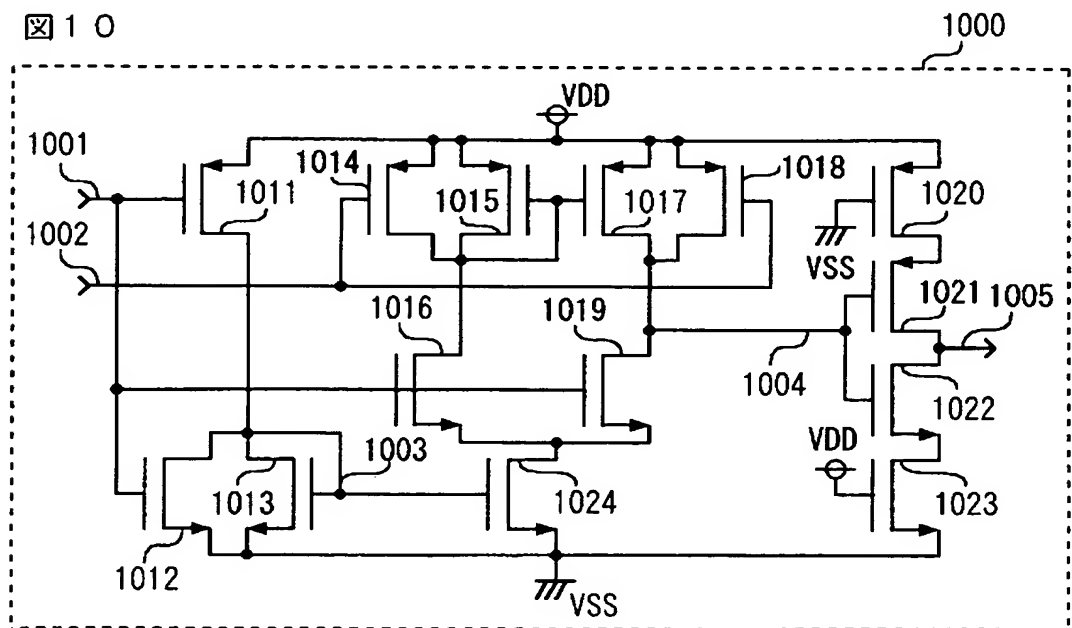
【図 9】

図 9



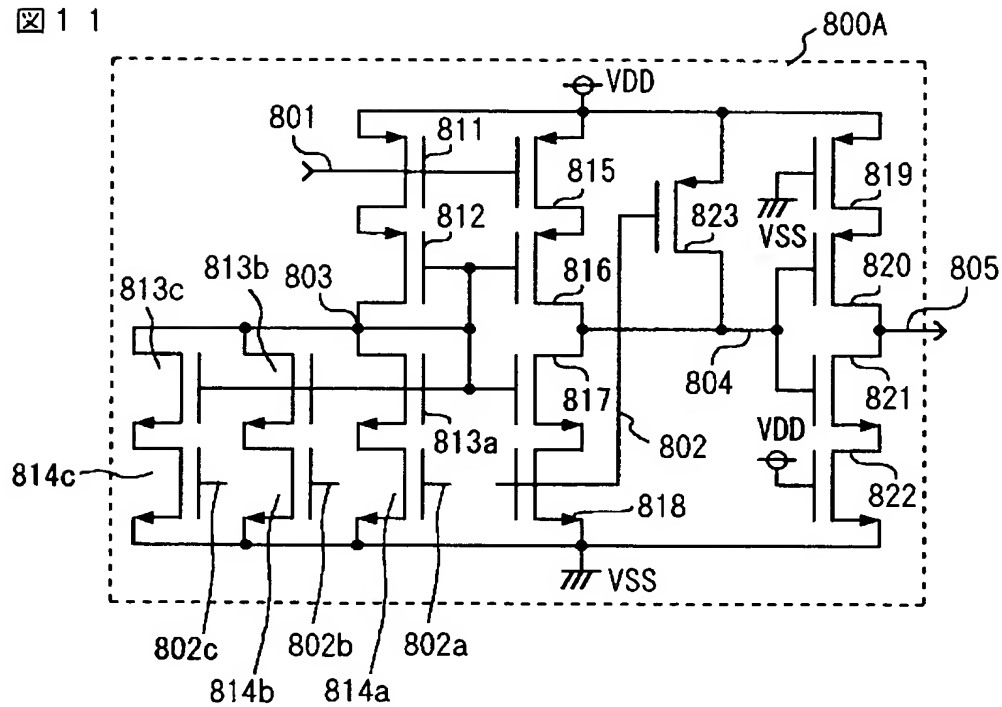
【図 10】

図 10



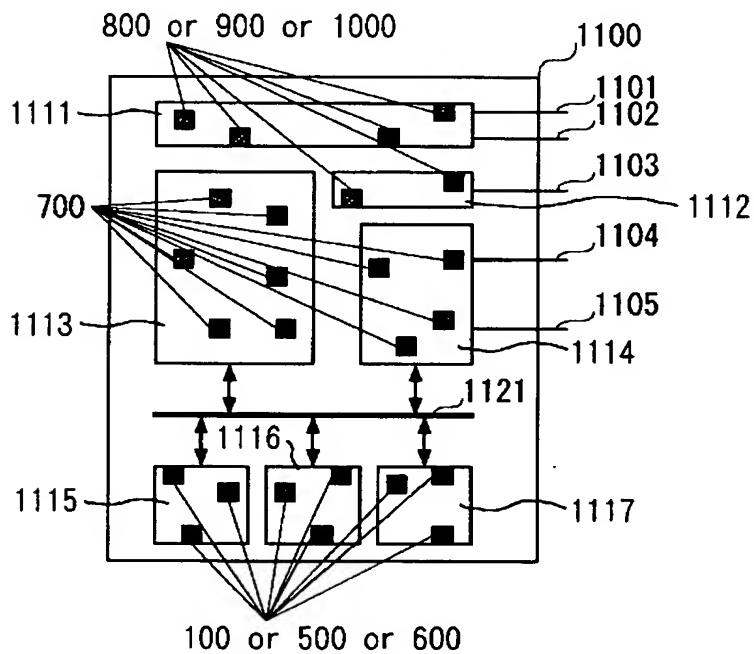
【図 11】

図 11



【図 12】

図 12



【図 13】

図 13

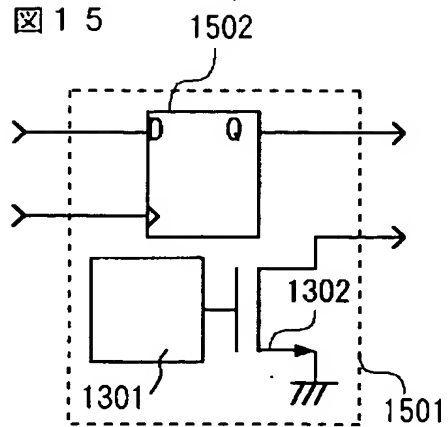
1601	1602	1601	1602	1603	1602	1602	1601
1603	1602	1602	1601	1603	1602	1602	1601
1603	1603	1602	1601	1601	1603	1603	1602

1604

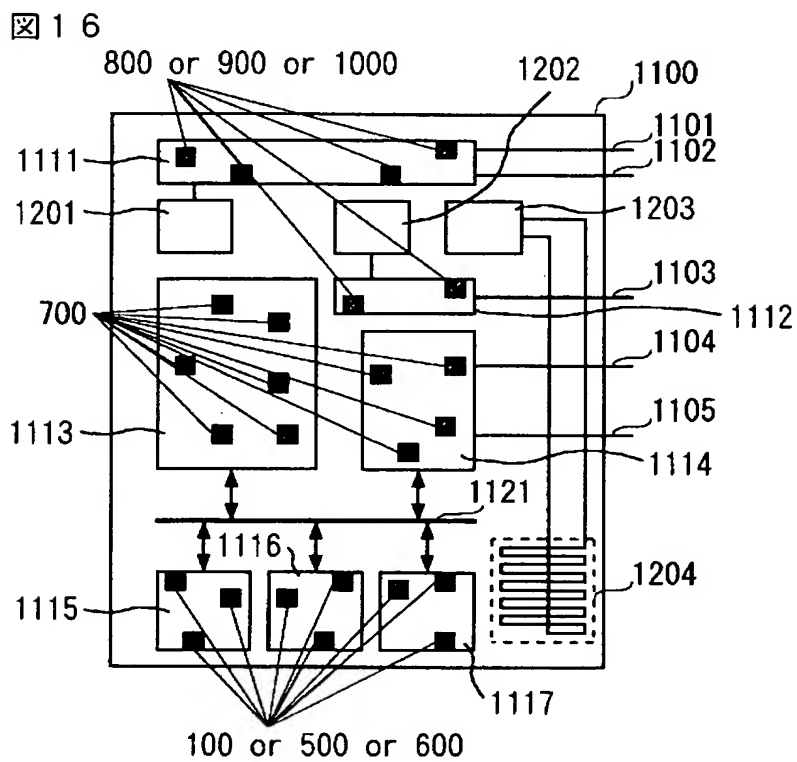
【図 14】

[illegible]

【図 15】

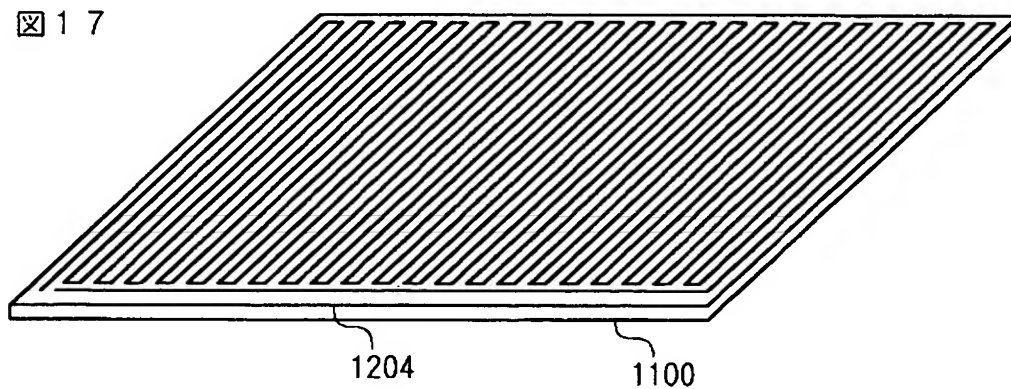


【図 16】



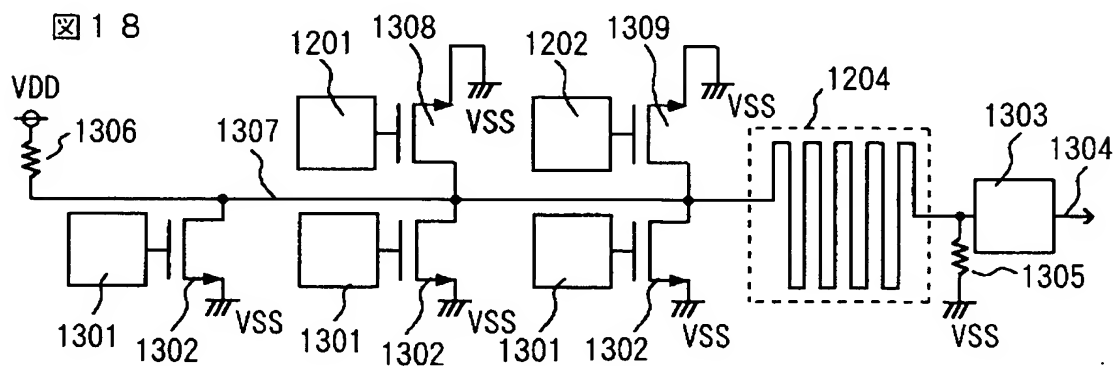
【図 17】

图 17



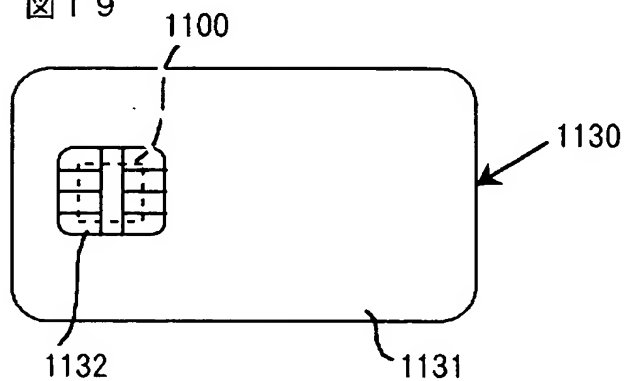
【図 18】

图 18

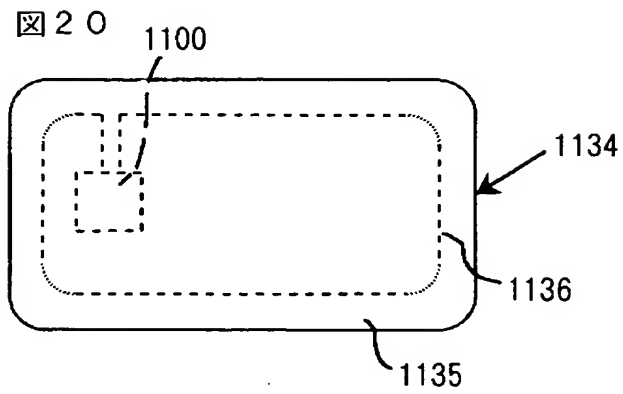


【図 19】

图 19



【図 2 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光照射により積極的に誤動作を誘発して機密保護情報を不正に獲得するというカードハッキングに対する防御が可能な半導体集積回路を提供する。

【解決手段】 ICカードマイコンなどの半導体集積回路に対し、標準的なロジックプロセスで構成され、他の回路と区別がつきにくく、待機電力が極めて小さい、光ディテクタを搭載する。光ディテクタは例えば、初期化動作でスタティックラッチ（120）に第1状態を保持し、第1状態のスタティックラッチを構成する非導通状態の半導体素子（112，113）に光が照射されて第2状態に反転する構成を備え、光ディテクタをメモリセルアレイに複数個配置する。スタティックラッチ型の光ディテクタをメモリアレイに組み込むことで、それを目立たずに配置することができる。光の照射によるリバーエンジニアリングを効果的に防ぐことができる。

【選択図】 図1

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）

【あて先】 特許庁長官 殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2002-362672

【承継人】

【識別番号】 503121103

【氏名又は名称】 株式会社ルネサステクノロジ

【承継人代理人】

【識別番号】 100089071

【弁理士】

【氏名又は名称】 玉村 静世

【提出物件の目録】

【包括委任状番号】 0308734

【物件名】 承継人であることを証明する登記簿謄本 1

【援用の表示】 特許第 3 1 5 4 5 4 2 号 平成 1 5 年 4 月 1 1 日付け
提出の会社分割による特許権移転登録申請書 を援用
する

【物件名】 権利の承継を証明する承継証明書 1

【援用の表示】 特願平 2 - 3 2 1 6 4 9 号 同日提出の出願人
名義変更届（一般承継）を援用する

【プルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-362672
受付番号	50301210822
書類名	出願人名義変更届 (一般承継)
担当官	小野寺 光子 1721
作成日	平成15年10月 3日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 7月23日
-------	-------------

特願 2 0 0 2 - 3 6 2 6 7 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 1 0 8]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

東 京 都 千 代 田 区 神 田 駿 河 台 4 丁 目 6 番 地

氏 名

株 式 会 社 日 立 製 作 所

特願 2 0 0 2 - 3 6 2 6 7 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 3 1 2 1 1 0 3]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内二丁目 4 番 1 号

氏 名

株式会社ルネサステクノロジ